

112年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：機械工程
科 目：機械設計
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、如圖一所示為一實心圓柱轉軸結構，其中，直徑 $d = 30$ mm、直徑 $D = 40$ mm、寬度 $L_3 = 40$ mm，該轉軸傳遞轉速 $n = 1500$ rpm並承受一 $F = 2500$ N之負載，負載施加位置至兩端軸承 b_1 及 b_2 之距離分別為 $L_1 = 90$ mm及 $L_2 = 120$ mm，已知該轉軸由降伏強度 $S_y = 650$ MPa、疲勞強度 $S_e = 200$ MPa之材料製成，試問：

(一)轉軸所受「最大彎曲應力」數值及位置？(10分)

(二)若忽略扭矩對轉軸造成之應力，則依據Soderberg疲勞強度準則：

$$\sigma_m + \sigma_a \left(\frac{S_y}{S_e} \right) \leq \frac{S_y}{N} \quad (\text{其中，}\sigma_m \text{為平均應力、}\sigma_a \text{為振幅應力})，\text{施加負}$$

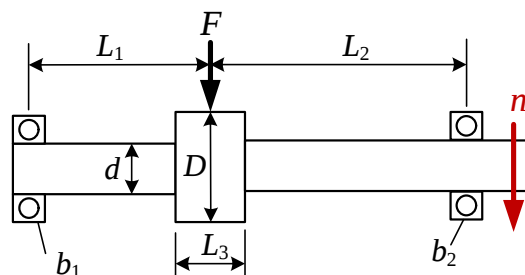
載 F 處之「最小疲勞安全因子 N 」為多少？(5分)

(三)若兩端軸承為相同之深溝球軸承，其基本額定動負載 $C = 9.8$ kN，試問「最小軸承壽命」為多少小時？(10分)

補充公式及說明：

(1)球軸承負載 F 與壽命 L 之關係為 $F^3 L = \text{常數}$ 。

(2)基本額定動負載 C 對應 10^6 轉之軸承額定壽命。



圖一 實心圓柱轉軸結構

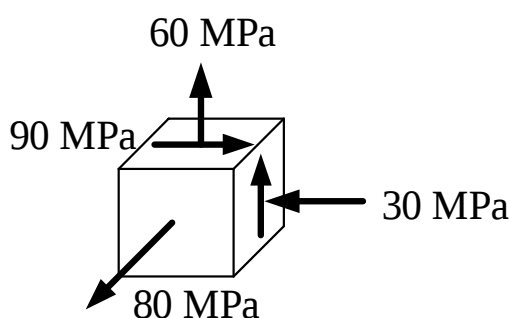
二、有一正向降伏強度 $S_y = 400$ MPa 之零件，已知該零件某位置承受如圖二所示之應力狀態，試分別依據「最大剪應力 (Maximum shear stress)」及「畸變能 (Distortion energy)」失效準則分析此位置之「安全因子 N 」為何？(25分)

補充公式及說明：

(1) 最大剪應力失效準則：
$$\tau_{\max} \leq \frac{0.5S_y}{N}$$

(2) 畸變能失效準則：
$$\sigma_e \leq \frac{S_y}{N}, \quad \sigma_e = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \right]^{1/2},$$

其中， σ_1 、 σ_2 及 σ_3 為三個方向的主應力 (Principal stress)。

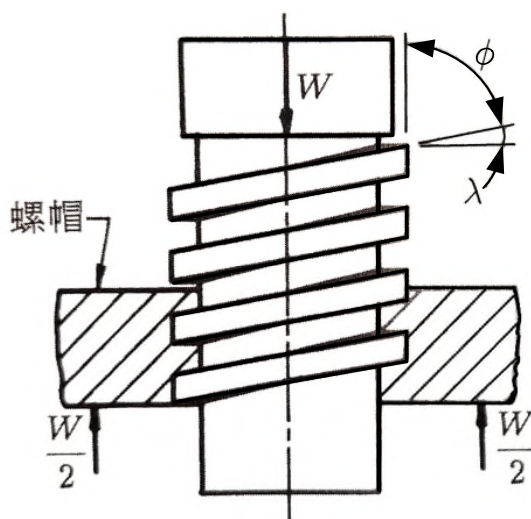


圖二

三、如圖三所示，有一立式雙螺紋方牙螺桿傳動裝置，已知螺桿節圓直徑 $d_m = 35$ mm、節距 $p = 4$ mm、螺紋面間之摩擦係數 $\mu = 0.1$ ，若負載 $W = 8$ kN，期望設計上升速率 $v = 20$ mm/s，則傳動功率 $P = ?$ (25分)

補充公式及說明：負載螺桿上升所需扭矩 $T = \frac{Wd_m}{2} \left(\frac{\pi\mu d_m + \ell}{\pi d_m - \mu\ell} \right)$ ，其中，

ℓ 為導程。

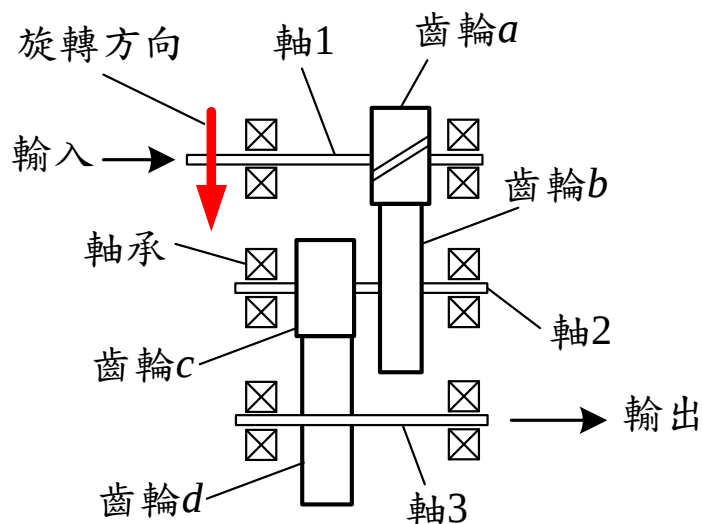


圖三 螺桿傳動裝置示意圖

四、如圖四所示為一螺旋齒輪傳動系統，輸入動力由軸1上之齒輪 a 傳遞給軸2之齒輪 b ，再由齒輪 c 傳遞至軸3之齒輪 d 後輸出；已知輸入軸之傳遞功率 $P_1=10\text{ kW}$ 、轉速 $n_1=1200\text{ rpm}$ （由左側軸端觀察，旋轉方向為順時針旋轉），已知齒輪均為無轉位量之標準螺旋齒輪（規格如表一），考慮經一螺旋齒輪對傳遞後功率損失2%，試作答以下問題：

- (一)若已知齒輪 a 為左旋齒輪，請合理決定齒輪 b 、 c 、 d 之螺旋方向（左旋或右旋）？以及齒輪 b 、 c 、 d 所受之軸向力方向（向左或向右）？（7分）
- (二)軸2及軸3傳遞之轉速及扭矩分別為多少？（10分）
- (三)若欲使軸2上兩齒輪所產生之軸向力互相抵消，則齒輪 c 之節圓螺旋角應設計為多少？（8分）

補充公式及說明：螺旋齒輪輪齒在節圓位置所受之切向力 F_t 與軸向力 F_a 之關係式為 $F_a = F_t \tan \beta$ ，其中， β 為節圓螺旋角。



圖四 螺旋齒輪傳動系統簡圖

表一 齒輪規格

項目（單位）	高速級齒輪組		低速級齒輪組	
	齒輪 a	齒輪 b	齒輪 c	齒輪 d
法向模數（mm）	2.5		4.0	
法向壓力角（度）	20		20	
節圓螺旋角（度）	11		?	
齒數	17	43	17	37